

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Справочник по пыле- и золоулавливанию / Под ред. А.А. Русанова. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Энергоатомиздат, 1983. — 312 с.
2. Асламова В.С., Асламов А.А., Мусева Т.Н., Жабей А.А. Универсальный метод расчета эффективности пылеулавливания циклонов // Химическое и нефтегазовое машиностроение. — 2007. — № 10.
3. Асламова В.С., Асламов А.А., Жабей А.А. и др. Метод оценки эффективности сепарации прямоточных циклонов // Математические методы в технике и технологии: Сб. трудов XX Междунар. конф. — Т. 3. — Ярославль: Изд-во ЯГТУ, 2007. — С. 208–212.
4. Шияев М.И., Шияев А.М., Грищенко Е.П. Методы расчета пылеуловителей. — Томск: Том. гос. архит.-строит. ун-т, 2006. — 385 с.
5. Асламова В.С., Асламов А.А., Жабей А.А. Автоматизированная система расчета эффективности циклонных пылеуловителей // Инновации в науке и образовании. — 2007. — № 8 (31). — С. 27.

Поступила 31.05.2008 г.

УДК 004.4:32.973.26

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА SSA ДЛЯ АНАЛИЗА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ, СОБИРАЕМОЙ ИНФОРМАЦИОННЫМ КОМПЛЕКСОМ ТЭЦ

С.В. Поршневу, К.Э. Аронсон, И.В. Соломаха

Уральский государственный технический университет, г. Екатеринбург

E-mail: iluxa_s@mail.ru

Описаны результаты спектрального анализа технико-экономических показателей полученных с помощью метода главных компонент (Singular Spectrum Analysis – SSA). Проведено сравнение результатов, полученных при использовании методов SSA и классического спектрального анализа (быстрого преобразования Фурье). Дана интерпретация полученных результатов с технологической точки зрения.

Ключевые слова:

Метод главных компонент, SSA, временной ряд, тепловая электрическая станция (ТЭЦ), технико-экономические показатели.

Введение

В настоящее время в различных отраслях промышленности происходит активное внедрение систем сбора и хранения информации. Это, во многом, обусловлено тем, что на сегодняшний день осуществлена стандартизация и унификация датчиков, контроллеров и программного обеспечения, поэтому задача создания информационных систем (ИС), осуществляющих сбор и хранение технологической информации, в том числе и распределенных [1], сегодня принципиальных трудностей не представляет. Отметим, что технические задания на разработку подобных систем предусматривают сбор максимально возможного числа тех или иных технико-экономических показателей, однако, одновременный выбор методов обработки собираемой информации, а также ее представления и интерпретации, в них, как правило, не предусматривается. Как следствие, результаты, получаемые от внедрения ИС, далеко не всегда соответствуют ожиданиям заказчиков и оправдывают сделанные финансовые вложения. В этих условиях одной из наиболее актуальной становится проблема анализа, визуализации и интерпретации собираемой информации. (Один из примеров, решения данной задачи описан в [2]).

Данная проблема актуальна и для электроэнергетической отрасли. Например, на Сургутской

ГРЭС-1 создана и с 2003 г. введена в эксплуатацию ИС, осуществляющая сбор и хранение технико-экономической информации, «коэффициент полезного действия» использования которой был крайне невысок. Для изменения сложившейся ситуации, руководством электростанции была поставлена задача выбора адекватных методов обработки и анализа собираемой информации.

Из представленной базы данных, содержащей среднемесячные значения четырех технико-экономических показателей (ТЭП), нами были выбраны следующие: «Выработка электроэнергии блоком» (показатель № 1), «Отпуск тепла внешнему потребителю» (показатель № 2), «Температура охлаждающей воды на входе в конденсатор» (показатель № 3) и «Содержание кислорода в уходящих газах» (показатель № 4), измеренные за период с 2003 по 2007 гг. — всего 68 замеров (рис. 1).

Наш выбор обусловлен тем, что показатели № 1 и № 2 характеризуют объем производства тепловой электрической станции (объекта). Показатель № 3 определяется влиянием внешней среды на исследуемый объект. Показатель № 4, значение которого определяется внутренним состоянием объекта исследования, характеризует состояние одного из элементов энергоблока — котельного агрегата, в частности, его хвостовых поверхностей нагрева. (В то-

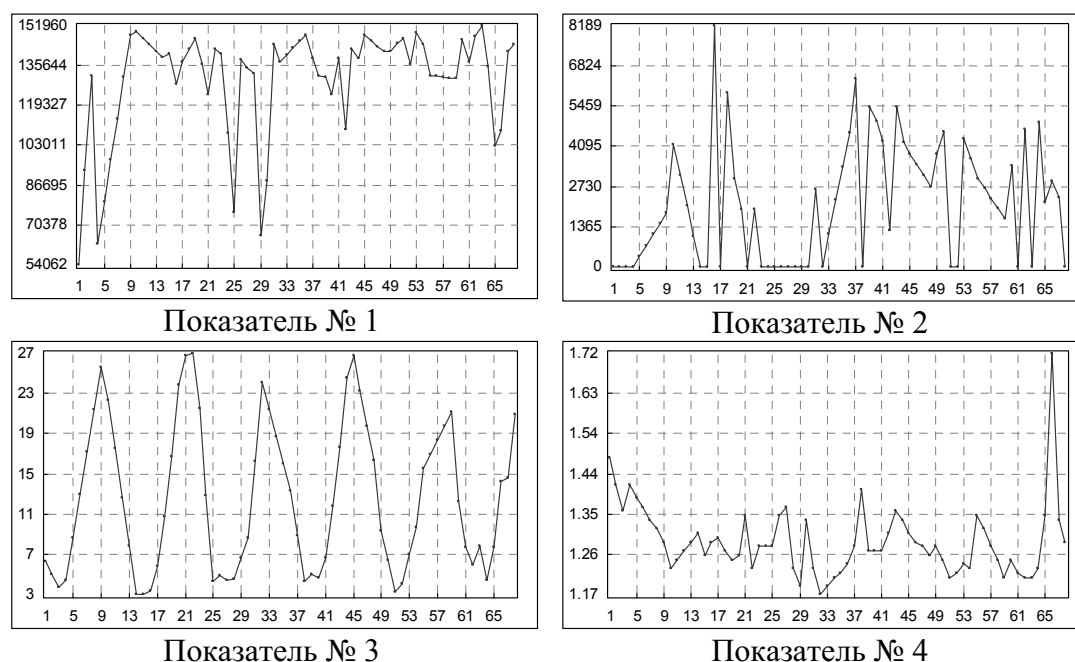


Рис. 1. Зависимость среднемесячных значений ТЭП от времени

же время данный параметр зависит от нагрузки энергоблока и не может рассматриваться как отдельный комплексный параметр состояния).

С математической точки зрения рассматриваемая задача является задачей анализа коротких временных рядов. Использование для их обработки «классических» методов, например, спектрального анализа, сталкивается с рядом проблем, что иллюстрирует рис. 2, на котором представлена спектральная плотность мощности (СПМ) показателя № 1.

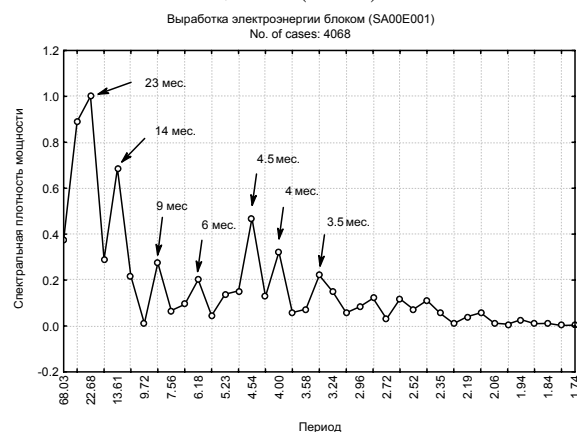


Рис. 2. Периодограмма показателя № 1

Однозначная трактовка полученных результатов с технологической точки зрения оказалась невозможной — часть гармоник (например, гармоники, имеющие периоды 23, 14, 9 мес.) после обсуждения с технологами были признаны артефактами. В этой связи возникла необходимость в использовании иных математических методов, более подходящих для рассматриваемого класса задач. В качестве такового мы выбрали метод главных компонент (Singular Spectrum Analysis (SSA)) [3], кото-

рый, как ожидается, при анализе коротких временных рядов, является более эффективным, чем известные «классические» методы.

Метод главных компонент (Singular Spectrum Analysis – SSA)

Рассмотрим вещественнозначный временной ряд $F=(f_0, \dots, f_{N-1})$ длины N . Будем считать, что $N > 2$. Предположим, что ряд F — ненулевой, т. е. существует, по крайней мере, одно i , такое, что $f_i \neq 0$. Обычно считается, что $f_i = f(i\Delta)$ для некоторой функции $f(t)$, где t — время, а Δ — некоторый временной интервал. Числа $0, \dots, N-1$ могут быть интерпретированы не только как дискретные моменты времени, но и как некоторые метки, имеющие линейно-упорядоченную структуру.

Здесь нумерация значений временного ряда начинается с $i=0$, а не стандартно с $i=1$ для удобства обозначений. Базовый алгоритм состоит из двух дополняющих друг друга этапов, разложения и восстановления.

Первый этап: разложение

Шаг 1. Вложение

Процедура вложения переводит исходный временной ряд в последовательность многомерных векторов.

Пусть L — некоторое целое число (длина окна), $1 < L < N$. Процедура вложения образует $K=N-L+1$ векторов вложения

$$X_i = (f_{i-1}, \dots, f_{i+L-2})^T, \quad 1 \leq i \leq K,$$

имеющих размерность L . Если нам нужно будет

подчеркнуть размерность, то мы будем называть их векторами L – вложения.

L – траекторная матрица (или просто траекторная матрица) ряда F состоит из векторов вложения в качестве столбцов.

$$X = [X_1 : \dots : X_K].$$

Другими словами, траекторная матрица – это матрица

$$X = (x_{ij})_{i,j=1}^{L,K} = \begin{pmatrix} f_0 & f_1 & f_2 & \dots & f_{K-1} \\ f_1 & f_2 & f_3 & \dots & f_K \\ f_2 & f_3 & f_4 & \dots & f_{K+1} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ f_{L-1} & f_L & f_{L+1} & \dots & f_{N-1} \end{pmatrix}. \quad (1)$$

Очевидно, что $x_{ij} = f_{i+j-2}$ и матрица X имеет одинаковые элементы на «диагоналях» $i+j=\text{const}$. Таким образом, траекторная матрица является ганкелевой. Существует взаимно-однозначное соответствие между ганкелевыми матрицами размерности $L \times K$ и рядами длины $K=N+L-1$.

Шаг 2. Сингулярное разложение

Результатом этого шага является сингулярное разложение траекторной матрицы ряда.

Пусть $S=XX^T$. Обозначим $\lambda_1, \dots, \lambda_L$ собственные числа матрицы S , взятые в убывающем порядке $\lambda_1 \geq \dots \geq \lambda_L \geq 0$ и U_1, \dots, U_L – ортонормированную систему собственных векторов матрицы S , соответствующих собственным числам.

Пусть $d=\max\{i: \lambda_i > 0\}$. Если обозначить $V_i = X^T U_i \sqrt{\lambda_i}$, $i=1, \dots, d$, то сингулярное разложение матрицы X может быть записано как

$$X = X_1 + \dots + X_d, \quad (2)$$

где $X_i = \sqrt{\lambda_i} U_i V_i^T$. Каждая из матриц X_i имеет ранг 1, поэтому их называют элементарными матрицами.

Набор $(\sqrt{\lambda_i} U_i V_i^T)$ называют i -й собственной тройкой сингулярного разложения (2).

Второй этап: восстановление

Шаг 3. Группировка

На основе разложения (2) процедура группировки делит все множество индексов $\{1, \dots, d\}$ на m непересекающихся подмножеств I_1, \dots, I_m .

Пусть $I=\{i_1, \dots, i_p\}$. Тогда результирующая матрица X_I , соответствующая группе I , определяется как

$$X_I = X_{i_1} + \dots + X_{i_p}.$$

Такие матрицы вычисляются для $I=I_1, \dots, I_m$, тем самым разложение (2) может быть записано в сгруппированном виде

$$X = X_{I_1} + \dots + X_{I_m}. \quad (3)$$

Процедура выбора множеств I_1, \dots, I_m называется группировкой собственных троек.

Шаг 4. Диагональное усреднение

На последнем шаге базового алгоритма каждая матрица сгруппированного разложения (3) переводится в новый ряд длины N .

Пусть Y – некоторая $L \times K$ матрица с элементами y_{ij} , где $1 \leq i \leq L$, $1 \leq j \leq K$. Положим $L^* = \min(L, K)$, $K^* = \max(L, K)$ и $N = L + K - 1$. Пусть $y_{ij}^* = y_{ij}$, если $L \leq K$, и $y_{ij}^* = y_{ij}$ иначе. Диагональное усреднение переводит матрицу Y в ряд g_0, \dots, g_{N-1} по формуле

$$g_k = \begin{cases} \frac{1}{k+1} \sum_{m=1}^{k+1} y_{m, k-m+2}^* & \text{для } 0 \leq k < L^* - 1, \\ \frac{1}{L^*} \sum_{m=1}^{L^*} y_{m, k-m+2}^* & \text{для } L^* - 1 \leq k < K^*, \\ \frac{1}{N-k} \sum_{m=k-K^*+2}^{N-K^*+1} y_{m, k-m+2}^* & \text{для } K^* \leq k < N. \end{cases} \quad (4)$$

Выражение (4) соответствует усреднению элементов матрицы вдоль «диагоналей» $i+j=k+2$: выбор $k=0$ дает $g_0 = y_{11}$, для $k=1$ получаем $g_1 = (y_{12} + y_{21})/2$ и т. д. Заметим, что если матрица Y является траекторной матрицей некоторого ряда (h_0, \dots, h_{N-1}) (другими словами, если матрица Y является ганкелевой), то $g_i = h_i$ для всех i .

Применяя диагональное усреднение (4) к результирующим матрицам X_{I_k} , мы получаем ряды $\tilde{F}^{(k)} = (\tilde{f}_0^{(k)}, \dots, \tilde{f}_{N-1}^{(k)})$, и, следовательно, исходный ряд (f_0, \dots, f_{N-1}) раскладывается в сумму m рядов:

$$f_n = \sum_{k=1}^m \tilde{f}_n^{(k)}. \quad (5)$$

Основным параметром базового алгоритма SSA является длина окна L . Выбор длины окна зависит от решаемой задачи и предварительной информации, известной о ряде. В общем случае нет универсальных правил и безусловных рекомендаций для выбора длины окна. Однако существуют несколько основных принципов для выбора длины окна L , которые имеют как теоретическое, так и практическое обоснование, изложенных в [4]. Так, например, наиболее детальное разложение достигается при выборе длины окна, приблизительно равной половине длины ряда ($L \approx N/2$). Исключением являются ряды конечного ранга, для которых при любом L , большем, чем ранг ряда d и $N > 2d-1$, число ненулевых компонент в сингулярном разложении равно d и не зависит от длины окна.

Анализ результатов обработки временных рядов

Рассмотрим результаты применения метода SSA, для анализа показателя SA00E001 – выработка электроэнергии блоком, с длиной окна равной 34, представленные на рис. 3 (зависимость квадратного корня, извлекаемого из собственного числа траекторной матрицы, от его номера) и рис. 4 (зависимости мгновенных значений главных компонент (ГК) от времени).

Из рис. 3 видно, что отрезки, соединяющие

собственные значения главных ГК 3–4, 10–11, параллельны оси абсцисс. Следовательно, данные пары собственных значений выделяют одну гармоническую составляющую ряда. Отрезки, соединяющие собственные значения главных компонент 6–7, 18–19, оказываются непараллельными оси абсцисс. Однако, во-первых, углы наклона данных отрезков к оси абсцисс достаточно малы, во-вторых, значения периодов максимальных гармоник данных периодограмм ГК оказываются одинаковыми. Это указывает на возможность группировки данных компонент.

Еще одним подтверждением правомерности предложенной группировки являются двумерные scatterграммы, представленные на рис. 5. Напомним, что scatterграмма является графическим изображением выбранных пар собственных векторов. Поэтому когда собственные векторы оказываются ортогональными, т. е. соответствующими одной и

той же гармонике, scatterграмма представляет собой правильный (выпуклый или звездчатый) многоугольник (возможно, несколько искаженный).

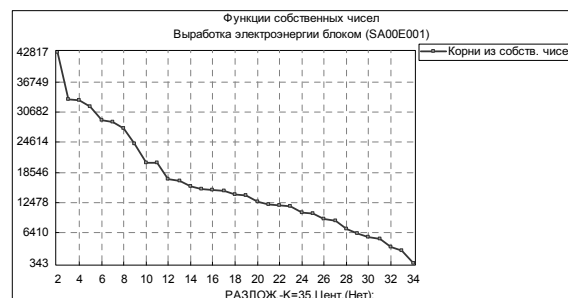


Рис. 3. Функции собственных чисел показателя SA00E001

Зависимости мгновенных значений выделенных гармоник от времени представлены на рис. 6, результаты их интерпретации – в табл. 1.

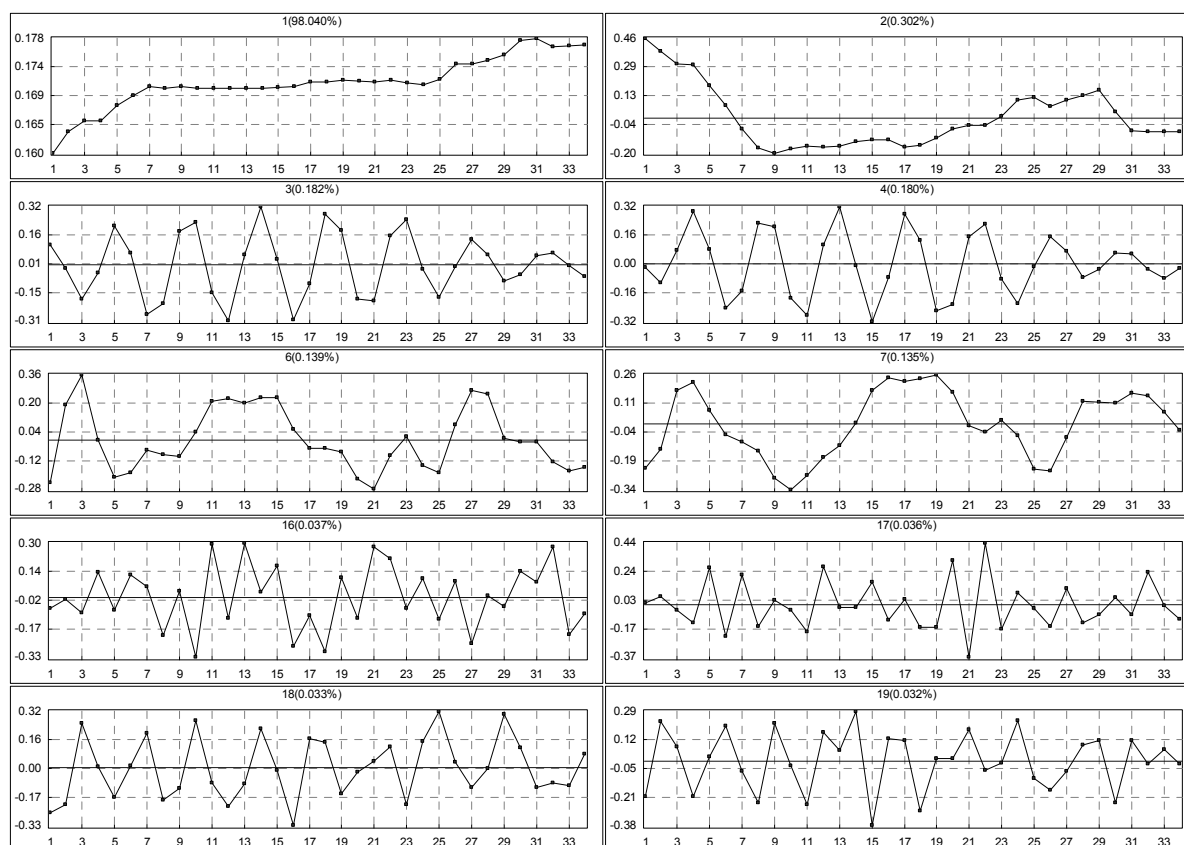


Рис. 4. Главные компоненты (номера ГК указаны над графиками)

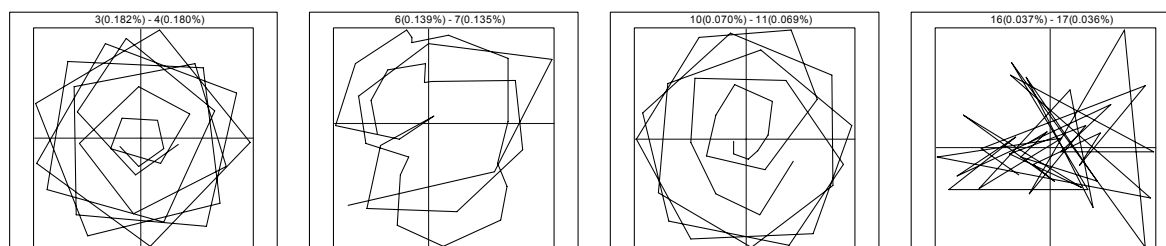


Рис. 5. Двумерные scatterграммы собственных векторов (номера ГК указаны над графиками)

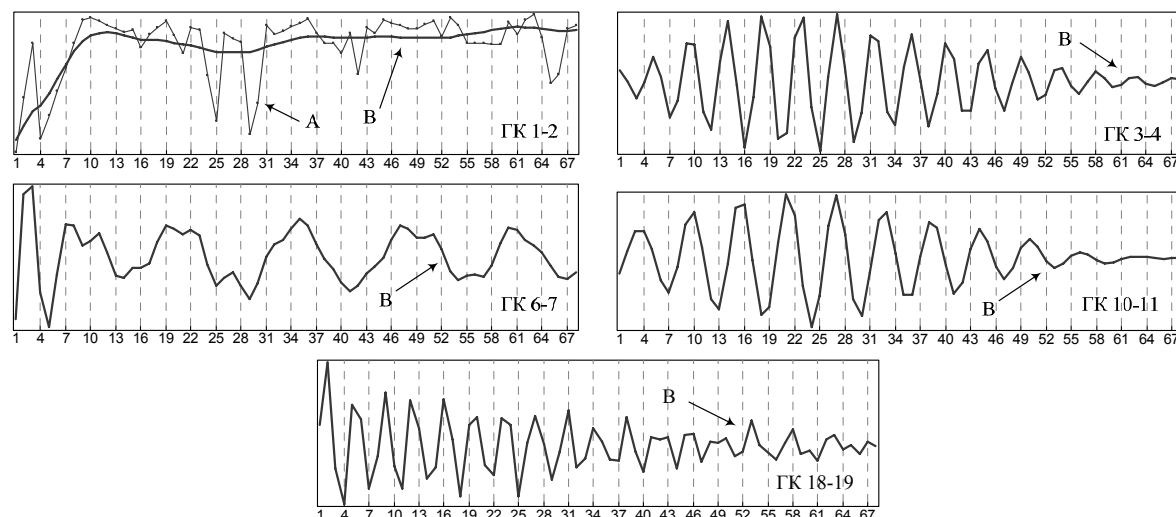


Рис. 6. Тренд и основные периодики (А – исходный ряд, В – восстановленный ряд)

Таблица 1. Интерпретация главных компонент показателя SA00E001, см. рис. 4

ГК, №	Физическое содержание ГК
1-2	Нелинейный тренд
3-4	4 мес. колебание (гармоника сезонной компоненты)
6-7	Годовая периодика (сезонная компонента)
10-11	Полугодовая периодика (гармоника сезонной компоненты)
18-19	3-4 мес. колебание (гармоника сезонной компоненты)

Из рис. 6 видно, что для согласованного разложения рассматриваемого ряда на тренд, сезонную компоненту и шум, нужно сгруппировать собственные тройки согласно их порядковым номерам на 3 группы: $I_1=\{1-2\}$, $I_2=\{3-4, 6-7, 10-11, 18-19\}$, I_3 – все остальные собственные тройки.

Временной ряд, восстановленный по выбранным главным компонентам, представлен на рис. 7.

Из рис. 7 видно, что удалось обеспечить достаточно хорошее согласование исходного и восстановленного рядов. При этом остатки построенной модели временного ряда (разности между соответствующими значениями исходного и восстановленного рядов), как показала проверка с помо-

щью критерия χ^2 , имеют нормальный закон распределения. Поскольку значение критерия χ^2 , вычисленное для ряда остатков, оказалось равным 7,461, что меньше соответствующего значения теоретического критерия $\chi^2(0,995,2)$, равного 10,597.

Далее был проведен аналогичный анализ ГК временного ряда, содержащего значения показателя UP22Q801 (отпуск тепла внешнему потребителю). Перечень выделенных ГК и их интерпретация представлены в табл. 2.

Таблица 2. Интерпретация главных компонент показателя UP22Q801

ГК, №	Физическое содержание ГК
1	Линейный тренд
2-3	Двухгодичная периодика
6-7	3 мес. колебание (гармоника сезонной компоненты)
8-9	4 мес. колебание (гармоника сезонной компоненты)
11-12	4 мес. колебание (гармоника сезонной компоненты)
13-14	Годовая периодика (сезонная компонента)

Восстановленный временной ряд приведен на рис. 8.

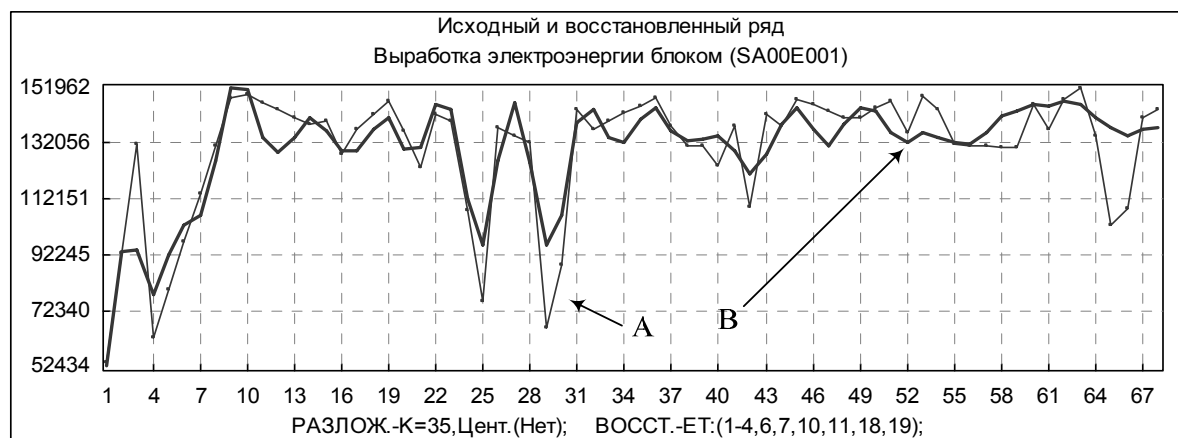


Рис. 7. Восстановленный ряд (А – исходный ряд, В – восстановленный ряд)



Рис. 8. Восстановленный ряд (А – исходный ряд, В – восстановленный ряд)

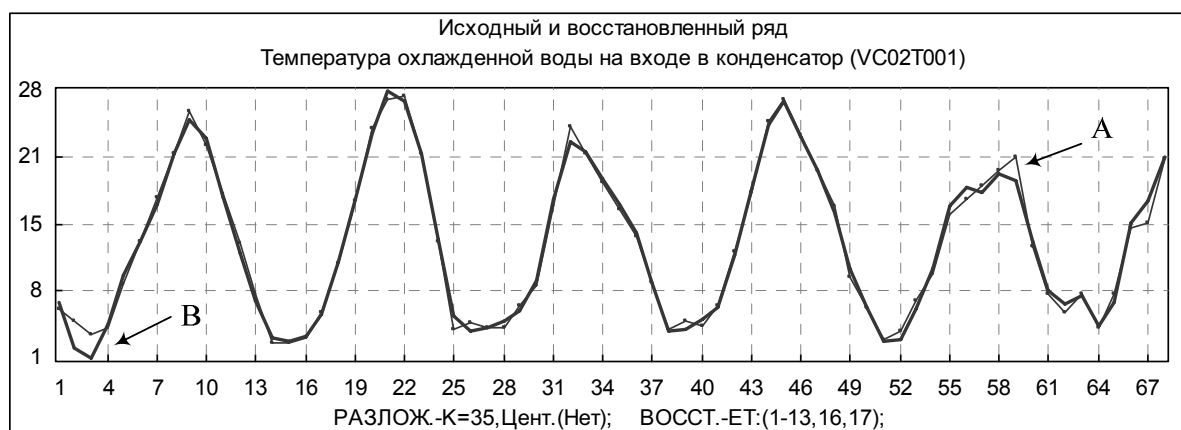


Рис. 9. Восстановленный ряд (А – исходный ряд, В – восстановленный ряд)

Из рис. 8 видно, что выбранные 14 ГК практически полностью описывают ряд и обеспечивают удовлетворительное согласование восстановленного и исходного рядов. При этом остатки построенной модели временного ряда, как показала проверка с помощью критерия χ^2 , имеют нормальный закон распределения (значение критерия χ^2 , вычисленное для ряда остатков, оказалось равным 3,4601, что меньше теоретического значения критерия $\chi(0,995,2)$, равного 10,5966).

Таким образом, выбранные 10 ГК практически полностью описывают рассматриваемый временной ряд, содержащий значения показателя UP22Q801, и обеспечивают хорошее согласование восстановленного ряда и исходного.

Результаты анализа главных компонент временного ряда, содержащего значения показателя VC02T001 (температура охлажденной воды на входе в конденсатор) представлены в табл. 3.

Восстановленный временной ряд представлен на рис. 9.

Из рис. 9 видно, что выбранные 14 ГК практически полностью описывают ряд. При этом остатки построенной модели временного ряда, как показала проверка с помощью критерия χ^2 , имеют

нормальный закон распределения (значение критерия χ^2 , вычисленное для ряда остатков, оказалось равным 4,597, что меньше теоретического значения критерия $\chi^2(0,995,2)$, равного 10,5967).

Таблица 3. Интерпретация главных компонент показателя VC02T001

ГК, №	Физическое содержание ГК
1–3	Годовая периодика (сезонная компонента)
4–5	Годовая периодика (сезонная компонента)
6–7	Полугодовая периодика (гармоника сезонной компоненты)
8–9	4 мес. колебание (гармоника сезонной компоненты)
10–11	Полугодовая периодика (гармоника сезонной компоненты)
12–13	4 мес. колебание (гармоника сезонной компоненты)
16–17	3 мес. колебание (гармоника сезонной компоненты)

Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что исходный временной ряд, содержащий значения показателя UP22Q801, и восстановленные ряды хорошо согласуются.

Результаты анализа главных компонент временного ряда, содержащего значения показателя NR00FS01 (содержание кислорода в уходящих газах), представлены в табл. 4.

Восстановленный временной ряд представлен на рис. 10.

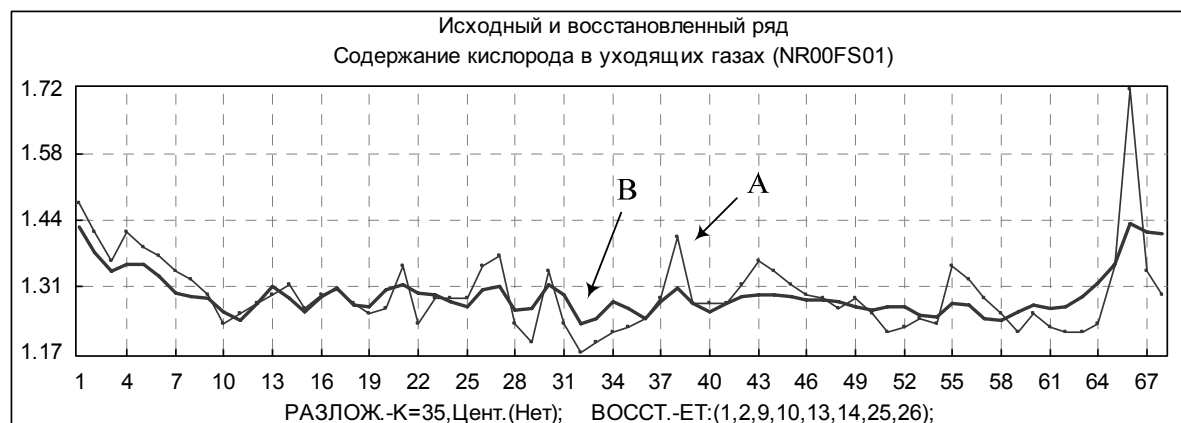


Рис. 10. Восстановленный ряд (А – исходный ряд, В – восстановленный ряд)

Таблица 4. Интерпретация главных компонент показателя NR00FS01

ГК, №	Физическое содержание ГК
1–2	Нелинейный тренд
9–10	4 мес. колебание (гармоника сезонной компоненты)
13–14	Годовая периодика (сезонная компонента)
25–26	Полугодовая периодика (гармоника сезонной компоненты)

Из рис. 10 видно, что выбранные 8 ГК практически полностью описывают ряд. При этом остатки построенной модели временного ряда, как показала проверка с помощью критерия χ^2 , имеют нормальный закон распределения (значение критерия χ^2 , вычисленное для ряда остатков, оказалось равным 4,553, что меньше теоретического значения критерия $\chi^2(0,995,2)$, равного 10,597).

Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что исходный временной ряд, содержащий значения показателя NR00FS01, и восстановленный ряды хорошо согласуются.

Анализ полученных результатов с технологической точки зрения

Компоненты траекторий параметров в табл. 5 не определяют всех особенностей траекторий (сумма компонентов отлична от 100 %), что может быть связано как с небольшой размерностью анализируемых временных рядов (68 значений), так и с определенной субъективностью выбора группируемых главных компонент.

Условимся определять долю дисперсии, объясняемой отдельной компонентой траектории анализируемого параметра, как вес компоненты.

Для траектории ТЭП № 1 (табл. 5) существенный вес имеет тренд, определяемый возрастанием выработки электроэнергии на ГРЭС, что характерно в последние годы для практически всех станций России. Обращает на себя внимание асимптотический характер тренда, что можно объяснить исчерпанием возможностей ГРЭС по выработке энергии, в части ограничения использования установленных мощностей. Периодические компоненты – квартал, полугодие, год объясняются стандарт-

ным годовым графиком электрических нагрузок энергоблоков.

Таблица 5. Дисперсии составляющих ТЭП

№ пп.	ТЭП	Компоненты траектории параметров, %				
		Тренд	3–4 мес.	6 мес.	1 год	2 года
1	Выработка электроэнергии блоком	98,342	0,427	0,274	0,139	–
2	Отпуск тепла внешнему потребителю	58,407	9,895	–	2,516	13,172
3	Температура охлаждающей воды на входе в конденсатор	–	0,415	0,554	98,767	–
4	Содержание кислорода в уходящих газах	99,816	0,018	0,004	0,012	–

Для траектории показателя № 2 значительный вес тренда определяется возрастанием отпуска теплоты с паром потребителям, что связано с возобновлением в рассматриваемый период деятельности предприятия, потребляющего пар от ГРЭС. Квартальная и годовая циклическая компонента определяются периодическим характером отопления зданий и помещений ГРЭС, которое (отопление) осуществляется анализируемым энергоблоком. Наличие выделенной при анализе 2-х годовых компоненты может быть связано с малой длительностью анализируемого периода (68 месяцев) и началом именно в этот период отпуска теплоты с паром от энергоблока потребителю. Необходимо дополнительное обоснование данной компоненты на более длительном временном интервале.

Для траектории показателя № 3 существенным является отсутствие трендовой компоненты. Температура охлаждающей воды на входе в конденсатор соответствует температуре воды в водоеме ГРЭС, которая зависит, естественно, от температуры наружного воздуха. Распределение весов компонент траектории для этого параметра достаточно обоснованно объясняется температурным графиком г. Сургута.

В траектории показателя № 4, характеризующего состояние одного из элементов оборудования энергоблока, вес тренда очень велик (99,816). Периодические составляющие тренда настолько малы, что существование этих особенностей может объясняться как погрешностями определения (измерений, расчетов и обработки) данного показателя, так и другими факторами, влияние которых выделить затруднительно. Наличие и вид тренда для данного параметра можно связать с траекторией параметра № 1. Известно, что при увеличении электрической нагрузки энергоблоком (выработки пара котлом) присосы воздуха в хвостовые поверхности котла, а, следовательно, и содержание кислорода в уходящих газах, снижаются. Как отмечалось выше, п. № 4 в определенной мере характеризует состояние элементов оборудования энергоблока, но выделить изменение этого состояния при имеющихся данных затруднительно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Басавин А.А. Информационно-управляющая система объектов транспорта газа ООО «Тюментрансгаз» // Связь ПРОМ 2004 в рамках Азиатского международного форума «Связь-ПромЭКСПО 2004: Труды Междунар. научно-практ. конф. – г. Екатеринбург, 5–6 мая 2004. – Екатеринбург: ЗАО «Компания Реал-Медиа», 2004. – С. 364–378.
2. Поршнев С.В., Степаненко В.А., Калмыков А.А. Диагностика газоперекачивающих агрегатов на основе анализа технологической информации. – Екатеринбург: УрО РАН, 2007. – 203 с.

Заключение

Полученные результаты подтверждают правомерность выбора метода главных компонент (SSA) для анализа ТЭП, собираемой информационным комплексом ТЭЦ, которые представляют собой короткие временные ряды. С помощью данного метода оказывается возможным осуществлять декомпозицию анализируемых временных рядов, выделяя их компоненты, в том числе тренды и гармонические составляющие. Получаемые результаты, в отличие от классических методов спектрального оценивания, имеют однозначную трактовку с технологической точки зрения. Они и не противоречат экспертному и термодинамическому представлениям о работе ГРЭС.

Полученные результаты целесообразно использовать при модернизации методик оценки текущего состояния энергетического оборудования.

3. Главные компоненты временных рядов: метод Гусеница / Под ред. Д.Л. Данилова и А.А. Жиглявского. – СПб.: СПбГУ, 1997. – 307 с.
4. Выделение аддитивных компонент временного ряда на основе метода «Гусеница» [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://www.pdmi.ras.ru/~theo/AutoSSA.html>. – 03.08.2003.

Поступила 14.07.2008 г.

УДК 004.896

РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ИНЖЕНЕРНЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ В СИСТЕМЕ «УМНЫЙ ДОМ»

Д.В. Байгозин, Д.Н. Первухин, Г.Б. Захарова

Уральский государственный технический университет
Уральская государственная архитектурно-художественная академия, г. Екатеринбург
E-mail: gb555@k96.ru; pervuhin@artsoft.ru

Предложены общие принципы реализации программно-аппаратного комплекса для интеллектуального управления инженерным оборудованием в системе «умный дом». Принципы заключаются в использовании стандартного оборудования, связанного открытыми протоколами передачи данных, в выделении трех уровней управления (физический, логический и интеллектуальный) и применении распределенной базы знаний, допускающей дистанционное управление. Подход реализован на примере учебно-методического гидравлического стенда.

Ключевые слова:

Промышленная автоматизация, «умный дом», инженерное оборудование зданий, база знаний, программно-аппаратный комплекс, гидравлический стенд-тренажер.

Введение

Создание систем автоматизированного управления инженерным оборудованием зданий и сооружений является новейшим направлением в области промышленной автоматизации, которое называют

Smart House – «умный дом» и определяют как комплексный набор технических средств и программного обеспечения для построения интегрированной системы автоматизации инженерных подсистем. К таким подсистемам относятся отопление, водоснабжение, кондиционирование, освещение,